

2025 年 6 月 26 日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

**東北大学・JR 東海 航空機空力シミュレーション技術で
挑む次世代新幹線（超電導リニア）の空力性能向上**
スーパーコンピュータ「富岳」を活用した実車両走行シミュレーション

【発表のポイント】

- 東北大学大学院工学研究科と東海旅客鉄道株式会社は共同研究により、スーパーコンピュータ「富岳」^(注 1) を活用した超電導リニア車両の空力性能向上に資する技術開発を実施します。
- スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム^(注 2) において、東北大学が開発した次世代の航空機空力シミュレーション技術を超電導リニアに展開します。
- 実車両走行における流れ（乱流）や空力音を次世代の大規模シミュレーションで高精度に再現し、低走行抵抗、静音性、乗り心地に優れた超電導リニアの開発を目指します。

【概要】

東北大学大学院工学研究科の河合宗司教授の研究チームは、スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム「航空機デジタルフライトが拓く機体開発 DX に向けた実証研究」において、次世代の流体解析ソルバー FVHC-ACE^(注 3) の開発を進めています。このソルバーは、独自の研究成果を基盤とし、これまで難しかった複雑な形状周りの高速・高レイノルズ数流れ^(注 4) を高精度に解析する能力を持ち、「富岳」上で活用することで、世界で初めて、実際の航空機フライト試験を大規模シミュレーションで再現することにも成功しています[1]。

東北大学は、この技術を活用し、東海旅客鉄道株式会社との共同研究を開始します。航空機と超電導リニアに共通する要素である、高速・高レイノルズ数流れに着目し、次世代の航空機空力シミュレーション技術を超電導リニアに先導的に展開します。これにより、複雑な形状を含む車両編成全体の解析が可能となり、空力特性をより精緻に把握することで、走行抵抗の低減や環境適合性能の向上などにつなげていきます。

【詳細な説明】

研究の背景

航空機や高速鉄道の車両周りの流れは、複雑な形状の影響を受け、高速かつ高レイノルズ数の乱流状態になります。これらの複雑な流れを高精度に予測し、理解することは、抵抗の低減や空力性能の向上による高効率な機体・車両設計、さらに騒音の低減を通じた環境適合性能の向上にとって非常に重要な要素です。これらの要素は、航空機設計や鉄道車両設計において性能向上やエネルギー効率を最大化するために欠かせません。一方で、これらの複雑な流れを高精度に予測・再現することは難しく、従来の手法では十分な解析ができないことが多かったため、新たな技術の開発が求められていました。

東北大学大学院工学研究科の河合宗司教授らの研究チームは、スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム「航空機デジタルフライトが拓く機体開発 DX に向けた実証研究」（代表機関：東北大学）において、独自の学術成果を基盤とし、これまでは困難だった複雑形状周りの高速かつ高レイノルズ数流れの高精度なシミュレーションを可能とする流体解析ソルバーFFVHC-ACEを開発しました。この技術は、航空宇宙分野や圧縮性流体力学分野における次世代の空力シミュレーション技術として期待されています。

今回の取り組み

東北大学大学院工学研究科と東海旅客鉄道株式会社は共同研究により、スーパーコンピュータ「富岳」を活用した超電導リニア車両の空力性能向上に資する技術開発を実施します。複雑な形状周りの高速な流れ、かつ高レイノルズ数の乱れた流れ（乱流）という、航空機と超電導リニアの共通点に着目し、次世代の高精度な航空機空力シミュレーション技術を先導的に超電導リニアの空力解析に展開します。これにより、これまで困難だった超電導リニアの複雑な台車などを含む長大な実車両走行の詳細な空力解析に挑み、消費電力のより少ない低走行抵抗や、静かで乗り心地に優れ、低環境負荷な超電導リニア開発につなげていきます。

今後の展開

今後、この高度な計算科学に基づく次世代の高精度・圧縮性流体シミュレーション技術、およびデータ駆動科学による大規模複雑データ解析の融合が、機体・車両開発におけるデジタルトランスフォーメーション（DX）促進技術となることを実証していきます。また、航空機や超電導リニアだけでなく、圧縮性流体が関わるさらに幅広い学術分野や産業界への応用も視野に入れ、次世代の空力シミュレーション技術を活かした多方面での革新を推進していきます。

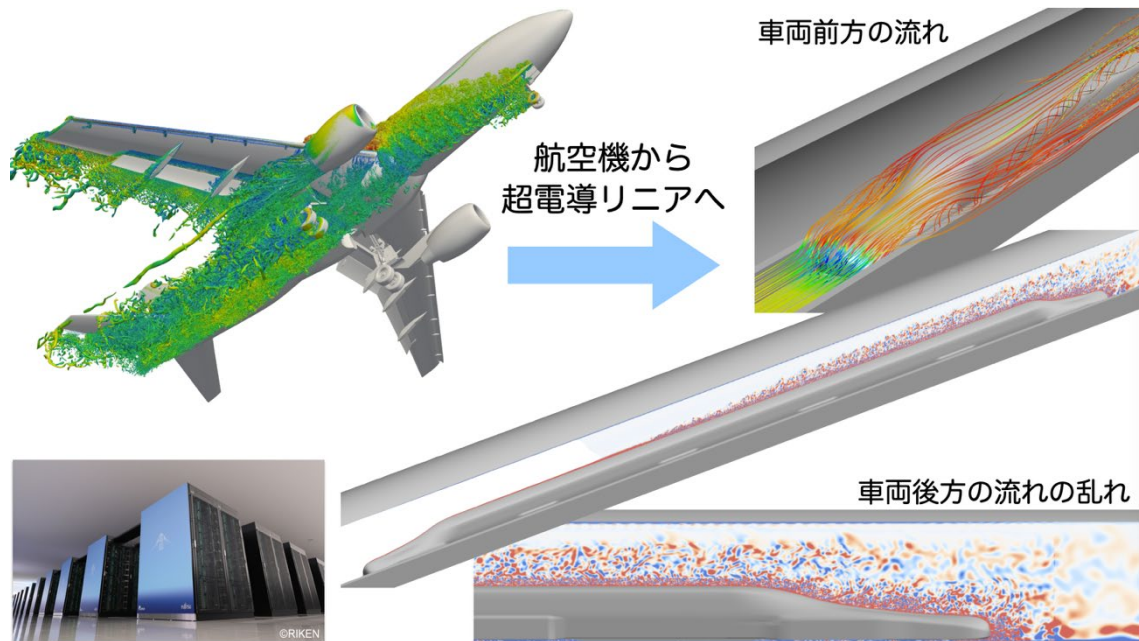


図 1. 次世代の航空機空力シミュレーション技術で挑む超電導リニアの空力性能向上

【謝辞】

本研究の一部は、文部科学省「富岳」成果創出加速プログラム「航空機フライト試験を代替する近未来型設計技術の先導的実証研究」（JPMXP1020200312）および「航空機デジタルフライトが拓く機体開発 DX に向けた実証研究」（JPMXP1020230320）の一環として実施されているものです。また、本研究の一部は、スーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け、実施しています（課題番号：hp230197, hp240203, hp250222）。

【用語説明】

- 注1. スーパーコンピュータ「富岳」：スーパーコンピュータ「京」の後継機として理化学研究所が設置し、2021 年 3 月から共用を開始した計算機。2020 年 6 月以降、世界のスーパーコンピュータに関するランキングにおいて、4 部門で 4 期連続 1 位、うち 2 部門で 10 期連続 1 位を獲得するなど、世界トップレベルの性能を持つ。
- 注2. スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム：科学的・社会的課題解決に直結する成果の早期創出を支援するために、2020 年度から文部科学省が実施している事業。
- 注3. FFWHC-ACE：「富岳」成果創出加速プログラム「航空機デジタルフライトが拓く機体開発 DX に向けた実証研究」（代表機関：東北大学）において開発を進める完全自動・高精度な圧縮性流体解析ソルバー。流体解析ソルバーとは、流体（液体や気体）の動きや振る舞いを計算するためのコン

ピュータープログラム。流体の流れをシミュレーションして、さまざまな現象を予測したり、最適な設計を導き出したりするために使われる。

関連論文 : <https://doi.org/10.2514/1.J062593>

注4. レイノルズ数：流体の運動を記述する基礎方程式に現れる慣性力と粘性力の比で定義される無次元量。レイノルズ数が高い高レイノルズ数流れでは、粘性力に比べ慣性力が支配的となり、流れは乱れた乱流となる。

【参考文献】

- [1] FFVHC-ACE: Fully Automated Cartesian-Grid-Based Solver for Compressible Large-Eddy Simulation, AIAA Journal, Volume 61, Issue 8, pp. 3466-3484, 2023.
<https://doi.org/10.2514/1.J062593>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院工学研究科

教授 河合 宗司

Email: kawai@tohoku.ac.jp

東北大学大学院工学研究科

情報広報室

担当 沼澤 みどり

TEL: 022-795-5898

Email: eng-pr@grp.tohoku.ac.jp